

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

Bagian ini mengulas beberapa penelitian terdahulu yang menjadi dasar dalam pengembangan sistem deteksi emosi wajah berbasis Convolutional Neural Network (CNN) sebagai media edukasi bagi siswa Sekolah Luar Biasa (SLB). Penelaahan ini bertujuan untuk menunjukkan keterkaitan antara penelitian sebelumnya dengan sistem yang dikembangkan, serta mengidentifikasi celah penelitian yang masih dapat dikembangkan lebih lanjut.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Elsheikh et al., 2024), membahas pengembangan model deep learning berbasis Convolutional Neural Network (CNN) untuk meningkatkan akurasi pengenalan emosi wajah. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa proses pengenalan emosi dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti variasi pencahayaan, sudut pengambilan gambar, serta perbedaan karakteristik wajah antar individu. Model CNN yang dikembangkan mampu mengekstraksi fitur wajah secara mendalam melalui beberapa lapisan konvolusi dan pooling sehingga menghasilkan peningkatan akurasi klasifikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model memiliki performa yang lebih stabil dibandingkan metode konvensional. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa CNN merupakan metode yang efektif dan andal dalam mendeteksi emosi wajah, namun penelitian ini masih terbatas pada aspek teknis dan belum mengarah pada implementasi dalam bidang pendidikan.

Selanjutnya, penelitian oleh (Agung et al., 2024) membahas tentang implementasi CNN dalam mendeteksi emosi wajah menggunakan dataset Emognition. Penelitian ini mengembangkan model CNN dengan pendekatan transfer learning dan berhasil mengklasifikasikan berbagai jenis emosi dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CNN efektif dalam mengenali emosi wajah melalui proses ekstraksi fitur yang mendalam. Meskipun demikian, penelitian ini lebih menitikberatkan pada performa model dan

penggunaan dataset, tanpa mempertimbangkan kebutuhan pengguna dalam konteks pembelajaran atau edukasi.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Ballesteros et al., 2024) mengkaji pemanfaatan Artificial Intelligence dalam sistem facial emotion recognition sebagai bagian dari interaksi manusia dan komputer. Dalam penelitian ini dijelaskan bahwa CNN menjadi pendekatan utama karena kemampuannya dalam mengenali pola visual secara otomatis tanpa memerlukan ekstraksi fitur manual. Penelitian ini juga menyoroti bahwa deteksi emosi memiliki potensi besar dalam berbagai bidang seperti kesehatan mental, sistem interaktif, dan pendidikan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa teknologi AI, khususnya CNN, memiliki peluang besar untuk dikembangkan dalam berbagai bidang aplikasi, namun masih diperlukan penelitian lanjutan yang mengarah pada implementasi spesifik sesuai kebutuhan pengguna, termasuk dalam bidang pendidikan.

Penelitian oleh (Gursesli et al., 2024) membahas pengembangan model CNN ringan untuk mendeteksi emosi wajah menggunakan dataset publik. Dalam penelitian ini dijelaskan bahwa model dirancang untuk tetap efisien namun memiliki performa yang baik dalam mengklasifikasikan beberapa kategori emosi dasar seperti senang, sedih, marah, dan terkejut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas dan keberagaman dataset sangat memengaruhi akurasi model. CNN mampu mengklasifikasikan emosi wajah dengan baik, namun performanya sangat bergantung pada kualitas dataset yang digunakan, serta penelitian ini masih berfokus pada evaluasi model tanpa mempertimbangkan aspek penggunaan dalam pembelajaran.

Penelitian yang dilakukan oleh (Syaufina et al., 2024) dalam jurnal *JIKI* mengkaji penerapan metode Convolutional Neural Network (CNN) menggunakan TensorFlow untuk mendeteksi emosi wajah. Dalam penelitian tersebut, digunakan sebanyak 3.590 dataset citra wajah yang mencakup beberapa kategori emosi, yaitu senang, sedih, marah, dan terkejut. Proses pengolahan data dilakukan melalui tahapan pelatihan model CNN yang mampu mengekstraksi fitur wajah secara otomatis tanpa memerlukan ekstraksi fitur manual. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa model CNN yang dibangun memiliki performa yang baik dalam mengklasifikasikan emosi dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan *deep learning*, khususnya CNN, efektif dalam menangani permasalahan pengenalan ekspresi wajah karena kemampuannya dalam menangkap pola kompleks pada citra.

Dalam penelitian (Akbar Rahmadana et al., 2025) dalam jurnal *JSAKTI* mengembangkan sistem deteksi emosi wajah berbasis web secara *real-time* dengan memanfaatkan kombinasi CNN, OpenCV, dan TensorFlow.js. Sistem yang dibangun memungkinkan pendeteksian emosi secara langsung melalui kamera, sehingga mendukung interaksi pengguna secara dinamis. Dalam implementasinya, model CNN digunakan untuk mengklasifikasikan emosi dari citra wajah yang ditangkap secara langsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik dan responsif dalam kondisi *real-time*. Namun, performa sistem masih dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama pencahayaan, yang dapat memengaruhi akurasi deteksi. Meskipun demikian, penelitian ini membuktikan bahwa integrasi CNN dalam aplikasi berbasis web memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan dan kesehatan mental.

Penelitian yang dilakukan oleh (Prakoso & Puspitorini, 2025) membahas penerapan metode deep learning menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) untuk mendeteksi emosi wajah pada anak dalam konteks pendidikan. Penelitian ini bertujuan untuk membantu guru dan orang tua dalam memahami kondisi emosional anak melalui ekspresi wajah, mengingat anak sering mengalami kesulitan dalam mengekspresikan emosi secara verbal. Oleh karena itu, ekspresi wajah dijadikan indikator utama dalam mengenali kondisi emosional anak. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah CNN yang diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan bantuan library seperti TensorFlow dan OpenCV untuk proses pengolahan citra. Sistem yang dikembangkan juga dilengkapi dengan antarmuka berbasis web menggunakan PHP, sehingga hasil klasifikasi emosi dapat ditampilkan dan diakses dalam bentuk

laporan. Sistem ini dirancang untuk mengenali tujuh jenis emosi dasar, yaitu marah, jijik, takut, senang, sedih, terkejut, dan netral. Namun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya potensi terjadinya overfitting akibat model yang terlalu menyesuaikan dengan data pelatihan, serta keterbatasan pada variasi dataset dan kondisi pengambilan citra seperti jarak wajah dan pencahayaan. Selain itu, sistem yang dikembangkan lebih berfokus pada proses klasifikasi dan pelaporan emosi, sehingga belum menyediakan fitur interaktif atau edukatif yang dapat membantu pengguna dalam memahami atau mengelola emosi yang terdeteksi.

B. Landasan Teori

1. Emosi Manusia

a) Konsep dasar emosi

Emosi merupakan aspek fundamental dalam kehidupan manusia yang berperan penting dalam proses interaksi sosial, komunikasi, serta pengambilan keputusan.

a) Menurut (Saparwadi & Sahrandi, 2021), dalam penelitiannya, berkata secara etimologis, kata emosi berasal dari bahasa latin *e (x)* yang berarti keluar dan *movere* yang berarti bergerak. Menurut *Oxford English Dictionary*, emosi adalah setiap kegiatan atau pergolakan pikiran, perasaan, nafsu, atau keadaan mental yang hebat. Sebenarnya dalam bidang psikologi, masalah emosi merupakan masalah yang belum terpecahkan, hal ini dapat dilihat dari tidak adanya pernyataan yang jelas tentang definisi emosi itu sendiri. Dan para psikolog telah berusaha memberi pengertian emosi namun pernyataan mereka masih terbentur dengan tidak adanya pemisahan secara jelas antara definisi dari perasaan dan emosi sehingga masih ambigu.

b) Dijelaskan oleh jurnal milik (Aure et al., 2023), bahwa dalam kehidupan sosial, emosi merupakan faktor penting setiap orang. Berkembangnya ketersediaan perangkat elektronik menyebabkan

beberapa penelitian terkait emosi meningkat. Emosi adalah salah satu permasalahan yang cepat mempengaruhi masyarakat dan memiliki dampak negatif. Emosi dasar manusia dibagi menjadi emosi positif dan negatif. Emosi positif merupakan respons terhadap suatu stimulus dalam situasi positif yang menimbulkan perasaan senang atau gembira. Emosi negatif adalah respons yang dihasilkan dari stimulus dalam konteks negatif, seperti kemarahan, kebencian, atau rasa jijik. Tidak hanya orang dewasa saja yang mengalami emosi, bahkan saat masih anak-anak emosi seperti marah, sedih, cemas, takut, dan gembira pun dapat dirasakan. Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa emosi merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia yang memengaruhi berbagai aspek, mulai dari proses berpikir, pengambilan keputusan, hingga interaksi sosial. Keberadaan emosi, baik positif maupun negatif, memberikan warna dalam kehidupan manusia dan berperan penting dalam membentuk hubungan sosial yang efektif. Oleh karena itu, kemampuan dalam mengenali dan memahami emosi menjadi hal yang sangat penting untuk dikembangkan, terutama dalam konteks pembelajaran dan interaksi sosial.

b) Jenis-jenis emosi manusia

Emosi mempertimbangkan apa yang benar atau salah dan baik atau buruk dalam penilaian etis. Manusia bergulat dengan emosi, seperti kesedihan dan cinta kasih, kemarahan dan ketakutan, yang semuanya berperan dalam pengalaman manusia yang membentuk pikiran tentang kebaikan dan keadilan (Damayanti & Engliana, 2022). Ada banyak sekali perspektif yang menyebutkan jenis-jenis emosi. Pendapat yang paling awal dikenal dengan *Six Basic Emotion* yang dikemukakan oleh Paul Ekman (1972) yaitu marah, jijik, takut, senang, sedih dan terkejut. Kemudian, Robert Plutchik (1980) lebih spesifik menyatakan 4 pasangan emosi yang saling berpolair yaitu

gembira–sedih, marah–takut, percaya–tidak percaya, terkejut–antisipasi. Semakin lama semakin banyak penelitian yang mengidentifikasi jenis emosi. Juga, emosi sebagai respons terhadap stimulus atau peristiwa tertentu, dapat terbaca melalui ekspresi mikro pada wajah seseorang. Ekman, seorang ahli psikologi, mengidentifikasi tujuh ekspresi wajah yang paling umum: senang, sedih, jijik, marah, terkejut, dan biasa saja (Ramdhany Edy, 2024).

2. Ekspresi wajah

Hasil penelitian (Marcha, 2024) menunjukkan bahwa ekspresi wajah, seperti mimik dan ekspresi emosi, memainkan peran penting dalam melengkapi komunikasi verbal yang mungkin terbatas. Wajah menjadi bagian penting dalam interaksi sosial karena mampu menggambarkan perasaan seseorang tanpa menggunakan kata-kata. Dalam penelitian yang dipublikasikan pada jurnal nasional, disebutkan bahwa ekspresi wajah dapat digunakan sebagai indikator utama dalam mengenali emosi karena perubahan pada wajah mencerminkan kondisi emosional individu.

Secara fisiologis, ekspresi wajah terbentuk dari aktivitas otot-otot wajah yang dikendalikan oleh sistem saraf. Perubahan kecil seperti kerutan dahi, kedipan mata, atau pergerakan bibir dapat menunjukkan perbedaan emosi yang signifikan. Selain itu, ekspresi wajah juga memiliki peran penting dalam bidang pendidikan, ekspresi wajah menjadi salah satu bentuk komunikasi non-verbal yang paling alami dan kuat dalam menyampaikan emosi manusia. Dengan demikian, analisis ekspresi wajah dapat membantu pendidik dalam memahami kondisi siswa secara lebih objektif. (Homepage et al., 2025).



Gambar 2. 1 Jenis-jenis emosi dasar manusia berdasarkan ekspresi wajah (Al Sigit Guntoro et al., 2022)

Argumen ini kemudian diperkuat juga oleh kajian milik (Alaedha Risti et al., 2025) Ekspresi wajah merupakan bentuk komunikasi nonverbal yang paling mudah dipahami oleh banyak orang. Raut wajah sering kali menjadi cerminan suasana hati dan pikiran seseorang. Oleh karena itu, kemampuan pendidik dan pendamping dalam membaca serta menerapkan strategi komunikasi nonverbal perlu ditingkatkan melalui pelatihan khusus.

3. Anak Berkebutuhan Khusus

a) Konsep Anak Berkebutuhan Khusus

- 1) Menurut (Ayuning et al., 2022) anak berkebutuhan khusus adalah anak yang memerlukan penanganan khusus karena adanya gangguan perkembangan dan kelainan yang dialami anak. Berkaitan dengan istilah disability, maka anak berkebutuhan khusus adalah anak yang memiliki keterbatasan di salah satu atau beberapa kemampuan baik itu bersifat fisik seperti tunanetra dan tunarungu, maupun bersifat psikologis seperti autism dan ADHD. Konsep anak berkebutuhan khusus memiliki arti yang lebih luas dibandingkan dengan pengertian anak luar biasa. Anak berkebutuhan khusus adalah anak yang dalam pendidikan memerlukan pelayanan yang spesifik, berbeda dengan anak pada umumnya. Anak berkebutuhan khusus ini mengalami hambatan dalam belajar dan perkembangan.

Oleh sebab itu mereka memerlukan layanan pendidikan yang sesuai dengan kebutuhan belajar masing-masing anak.

- 2) Selanjutnya, ABK juga merupakan anak yang mengalami kelainan dengan karakteristik khusus yang membedakannya dengan anak normal pada umumnya serta memerlukan pendidikan khusus sesuai dengan jenis kelainannya. Terdapat dua macam ABK yaitu permanen dan temporer. ABK permanen yang membutuhkan pendidikan berkebutuhan khusus yaitu seperti tunarungu, tunawicara, tunanetra dan lainnya. ABK temporer yang membutuhkan pendidikan layanan khusus dan sifatnya sementara seperti anak jalanan, anak korban bencana alam, dan anak pekerja seperti yang disampaikan oleh (Silitonga, 2023)
- 3) Pada anak berkebutuhan khusus terdapat penundaan atau penurunan tumbuh kembang yang biasanya tampak di usia balita, seperti baru bisa berjalan di usia 3 tahun dan penurunan tumbuh kembang lainnya baik itu fisik maupun psikologis. Di dunia psikologis mengatakan bahwa anak berkebutuhan khusus lebih mudah dikenali, hal tersebut dapat dilihat dari sikap dan perilaku anak seperti adanya gangguan atau kelainan pada perkembangan dan kemampuannya (Oktavia Liza et al., 2024). Dapat disimpulkan bahwa ABK adalah anak yang memiliki gangguan pada perkembangan dan keterbatasan baik dalam fisik maupun psikologis di satumaupun beberapa aspek sehingga memerlukan penanganan khusus dikarenakan hambatan yang dimiliki.

b) Klasifikasi Anak Berkebutuhan Khusus

Klasifikasi anak berkebutuhan khusus (ABK) berdasarkan penelitian (Oktavia Liza et al., 2024) memiliki variasi yang cukup beragam dan umumnya dikelompokkan berdasarkan aspek fisik, sosial dan perilaku, serta

gangguan intelektual. Secara umum, klasifikasi ABK dengan gangguan fisik meliputi:

1) Tunanetra

Merupakan kondisi individu yang mengalami hambatan pada indera penglihatan, sehingga kesulitan dalam memperoleh informasi secara visual seperti pada individu pada umumnya.

2) Tunarungu

Merupakan kondisi individu yang mengalami gangguan pada indera pendengaran yang berdampak pada keterbatasan dalam berkomunikasi secara verbal.

3) Tunadaksa

Merupakan kondisi individu yang mengalami hambatan atau kelainan pada alat gerak, seperti otot, tulang, dan sendi, yang memengaruhi kemampuan dalam melakukan aktivitas fisik.

Kemudian, ada pula klasifikasi ABK dengan Intelektual, seperti:

1) Tunagrahita

Merupakan kondisi anak yang mengalami keterbatasan pada kemampuan intelektual di bawah rata-rata, sehingga mengalami hambatan dalam proses pembelajaran, khususnya dalam bidang akademik.

2) Anak Berkesulitan Belajar Khusus

Merupakan anak yang mengalami kesulitan pada kemampuan akademik tertentu, seperti membaca, menulis, dan berhitung, meskipun memiliki tingkat kecerdasan yang normal.

3) Slow Learner

Merupakan anak dengan kemampuan intelektual di bawah rata-rata, namun tidak termasuk dalam kategori tunagrahita. Anak cenderung membutuhkan waktu lebih lama dalam memahami materi pembelajaran.

4) Anak Berbakat (CIBI)

Merupakan anak yang memiliki tingkat kecerdasan di atas rata-rata, ditandai dengan kemampuan intelektual tinggi, kreativitas yang baik, serta tanggung jawab terhadap tugas. Anak dalam kategori ini memerlukan pendekatan dan layanan pendidikan khusus untuk mengembangkan potensinya secara optimal.

Selain itu, ada klasifikasi lain untuk ABK dengan gangguan sosial dan perilaku meliputi:

a) Tunalaras

Merupakan kondisi anak yang mengalami kesulitan dalam menyesuaikan perilaku dengan lingkungan sosial, sehingga sering menunjukkan perilaku yang tidak sesuai dengan norma atau aturan yang berlaku.

b) Autisme

Merupakan gangguan perkembangan yang disebabkan oleh kelainan neurobiologis pada sistem saraf, yang berdampak pada kemampuan interaksi sosial, komunikasi, serta pola perilaku anak.

Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD)

Merupakan gangguan perkembangan neurobiologis yang ditandai dengan kesulitan dalam memusatkan perhatian, perilaku impulsif, serta tingkat aktivitas yang tinggi (hiperaktif) yang tidak sesuai dengan usia anak.

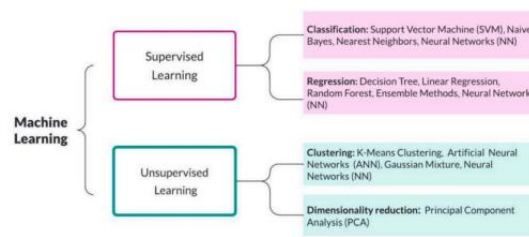
4. Machine Learning

a) Konsep machine learning

Machine Learning merupakan bagian penting dari kecerdasan buatan yang dimanfaatkan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan (Nurhalizah et al., 2024) Bidang ini merupakan penerapan kecerdasan buatan yang berfokus pada pengembangan sistem yang mampu belajar

secara mandiri tanpa harus diprogram berulang kali. Machine Learning juga dapat dipahami sebagai cabang ilmu yang mempelajari algoritma dan model statistik yang memungkinkan komputer menjalankan tugas tertentu tanpa instruksi eksplisit, melainkan dengan mengandalkan pola serta proses inferensi. Tujuan utama penerapannya adalah agar mesin mampu mengolah data secara lebih efisien. Dengan mengenali pola dalam kumpulan data, Machine Learning dapat digunakan untuk memprediksi serta memahami karakteristik dari objek yang sebelumnya belum diketahui.

b) Jenis pembelajaran machine learning



Gambar 2. 2 Machine Learning Supervised-Unsupervised

(Nurhalizah et al., 2024)

1) Supervised learning

Supervised Machine Learning merupakan salah satu metode dalam machine learning yang menggunakan data berlabel dalam proses pembelajarannya. Pada metode ini, setiap data input telah memiliki pasangan output yang sesuai, sehingga model dapat mempelajari hubungan antara keduanya untuk menghasilkan prediksi atau klasifikasi pada data baru.

Berdasarkan penelitian dalam jurnal nasional (Nurhalizah et al., 2024), supervised learning bekerja dengan memanfaatkan data yang telah diberi label untuk melakukan proses prediksi dan klasifikasi menggunakan berbagai algoritma seperti K-Nearest Neighbor (KNN), Naïve Bayes, Decision Tree, dan Support Vector Machine (SVM). Metode ini umumnya menghasilkan tingkat

akurasi yang tinggi karena proses pembelajaran didasarkan pada data yang sudah diketahui hasilnya.

Selain itu, supervised learning banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti pengolahan data, prediksi, dan klasifikasi karena kemampuannya dalam mengenali pola hubungan antara variabel input dan output secara efektif. Pemilihan metode ini biasanya disesuaikan dengan tujuan penelitian, karakteristik data, serta ketersediaan data berlabel. Umumnya, supervised learning ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu: Klasifikasi (*Classification*) dan Regresi (*Regression*)

2) Unsupervised learning

Unsupervised Machine Learning merupakan pendekatan pembelajaran mesin yang menggunakan data tanpa label dalam proses pembelajarannya (Nursakinah & Kom, 2026). Pada metode ini, sistem tidak diberikan informasi terkait output yang diharapkan, sehingga algoritma akan secara mandiri menemukan pola, struktur, atau hubungan tersembunyi dalam data. Unsupervised learning paradigma machine learning yang berbeda dari supervised learning. Dalam unsupervised learning, algoritma diberikan sejumlah sampel input, tetapi perbedaannya adalah bahwa sampel tersebut tidak memiliki label atau output yang benar yang sesuai. Dengan kata lain, tidak ada supervisor yang memberikan petunjuk tentang kinerja atau output yang diharapkan. Ini membuat unsupervised learning sangat berguna dalam situasi di mana kita ingin mengeksplorasi data untuk menemukan struktur internalnya tanpa panduan eksternal.

Berdasarkan jurnal nasional, unsupervised learning bertujuan untuk mengelompokkan data (*clustering*) atau menemukan hubungan antar variabel tanpa adanya panduan label. Beberapa algoritma yang umum digunakan dalam metode ini antara lain K-Means, Hierarchical Clustering, dan Association Rule.

Metode ini banyak dimanfaatkan untuk eksplorasi data dan analisis pola yang belum diketahui sebelumnya (Nurhalizah et al., 2024). Selain itu, *unsupervised learning* sering digunakan dalam berbagai bidang seperti segmentasi pelanggan, analisis perilaku, dan pengelompokan data karena kemampuannya dalam mengidentifikasi struktur alami dari dataset. Penggunaan metode ini sangat bergantung pada karakteristik data dan tujuan analisis yang ingin dicapai.

5. Deep Learning

Deep Learning adalah cabang dari Machine Learning yang menggunakan jaringan saraf tiruan dengan banyak lapisan (*deep layers*) untuk mempelajari representasi data secara otomatis. Metode ini dirancang untuk meniru cara kerja otak mesin dalam mengenali pola, sehingga mampu mengolah data yang kompleks seperti gambar, suara, dan teks. Pembelajaran mendalam (Deep Learning) menjadi populer saat ini menurut penelitian (Syaufina et al., 2024) karena kemampuannya dalam meningkatkan komputasi berkinerja tinggi berkat implementasi dari jaringan saraf tiruan. Kemampuan dalam memproses sejumlah data besar pada data yang tidak terstruktur menjadi kekuatan dan fleksibilitas teknik deep learning.

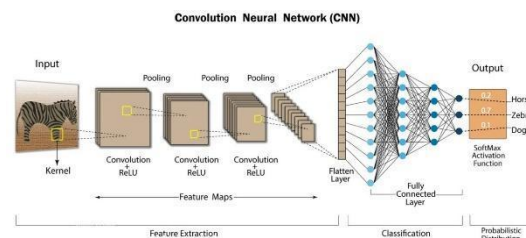
Berbeda dengan machine learning tradisional yang memerlukan ekstraksi fitur secara manual, deep learning mampu melakukan proses tersebut secara otomatis. Hal ini membuat deep learning lebih unggul dalam menangani data berukuran besar dan tidak terstruktur, seperti citra dan video. Dalam penerapannya, terdapat beberapa jenis arsitektur deep learning yang memiliki fungsi dan karakteristik berbeda sesuai dengan jenis data yang diolah.

a. Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) adalah jenis deep learning yang dirancang khusus untuk mengolah data berbentuk citra atau gambar. CNN menggunakan operasi konvolusi untuk mengekstraksi

fitur penting seperti tepi, tekstur, dan bentuk dari gambar. Oleh karena itu, CNN banyak digunakan dalam pengenalan wajah, deteksi objek, dan klasifikasi gambar. Dari penelitian (Azmi et al., 2023), metode Convolutional Neural Network (CNN) menentukan kepentingan (bobot dan bias yang dapat dipelajari) ke berbagai aspek dalam gambar dan berfungsi untuk membedakan objek satu dengan objek lainnya terutama dalam pengolahan citra. CNN bekerja dengan mengekstraksi fitur dari data input berupa gambar, kemudian mengurangi dimensinya tanpa menghilangkan karakteristik penting yang terdapat pada gambar tersebut.

Convolutional Neural Network terdiri dari neuron-neuron yang memiliki bobot dan bias. Setiap neuron menerima input, kemudian memprosesnya melalui operasi perkalian (*dot product*) sebelum diteruskan ke neuron berikutnya untuk menghasilkan output (Azmi et al., 2023).



Gambar 2. 3 Alur Convolutional Neural Network (Gustavo Thiodorus, 2021.)

Gambar tersebut menunjukkan alur kerja Convolutional Neural Network (CNN) dalam mengolah data gambar hingga menghasilkan prediksi. Proses dimulai dari tahap input, yaitu gambar (misalnya zebra) yang dimasukkan ke dalam sistem sebagai data awal. Selanjutnya masuk ke tahap convolution, di mana gambar diproses menggunakan kernel atau filter untuk mengekstraksi fitur penting seperti tepi, pola, dan tekstur. Hasil dari proses ini disebut *feature maps*. Setelah itu, digunakan fungsi aktivasi ReLU yang bertujuan untuk menambahkan

sifat non-linear sehingga model dapat mempelajari pola yang lebih kompleks.

Tahap berikutnya adalah pooling, yang berfungsi untuk mengurangi ukuran data atau dimensi gambar tanpa menghilangkan informasi penting. Proses ini membantu mempercepat komputasi dan mengurangi kompleksitas data. Tahapan convolution, ReLU, dan pooling biasanya dilakukan berulang kali agar model dapat menangkap fitur yang semakin mendalam. Setelah proses ekstraksi fitur selesai, data masuk ke tahap flatten, yaitu mengubah data dari bentuk matriks (dua dimensi) menjadi vektor (satu dimensi) agar dapat diproses oleh jaringan selanjutnya. Kemudian, data diproses pada fully connected layer yang berfungsi untuk melakukan klasifikasi berdasarkan fitur yang telah diperoleh.

6. Data Mining

a. Pengertian dan konsep data mining

Data mining adalah proses yang memanfaatkan teknik statistik, kecerdasan buatan, dan machine learning untuk mengekstraksi pengetahuan atau informasi tersembunyi dari kumpulan data dalam jumlah besar (Ardhi Baskara et al., 2025). Karena data teks biasanya tidak terstruktur, maka diperlukan teknik khusus untuk mengubahnya menjadi bentuk yang lebih terstruktur agar dapat dianalisis.

Data mining tidak hanya memproses data yang sangat besar (*big data*) namun juga harus mampu memberikan hasil berupa pengetahuan atau insight yang mudah dipahami oleh pengguna. Hal ini menjadikan data mining sebagai alat penting dalam mendukung efisiensi operasional dan meningkatkan keunggulan kompetitif organisasi.

1) Data

Data menurut (Ari Muzakir et al., 2024) memiliki peran yang sangat penting karena jumlah informasi yang terus bertambah dengan cepat.

Mengelola data secara manual sudah tidak efektif lagi karena volumenya sangat besar, sehingga diperlukan proses pengolahan data seperti pengelompokan, peringkasan, hingga pengambilan informasi penting. Hal ini menunjukkan bahwa data menjadi dasar penting dalam membantu memahami suatu kondisi, mendukung pengambilan keputusan, serta perkembangan teknologi.

Dalam machine learning ataupun deep learning, data digunakan untuk dua hal utama, yaitu memprediksi kejadian yang belum terjadi dan menemukan pola atau pengetahuan baru yang sebelumnya belum diketahui. Data dikumpulkan dalam bentuk sampel, lalu digunakan untuk membangun model. Model tersebut kemudian dimanfaatkan untuk mengenali pola dalam data dan menghasilkan informasi yang berguna atau membantu dalam pengambilan keputusan. Dengan kata lain, data merupakan bahan utama yang digunakan untuk melatih sistem agar bisa belajar dan bekerja dengan baik.

2) Pembersihan data (*Data Cleaning*)

Data cleaning merupakan proses pembersihan data yang dilakukan untuk memastikan kualitas data sebelum digunakan dalam analisis atau pemodelan. Proses ini mencakup penghapusan data yang tidak relevan, penanganan data yang hilang (*missing values*), perbaikan kesalahan penulisan, serta menghilangkan duplikasi data. Tujuan utama dari *data cleaning* adalah agar data menjadi lebih akurat, konsisten, dan siap digunakan dalam proses selanjutnya.

3) Pre-processing data

Preprocessing data merupakan tahap awal dalam pengolahan data yang bertujuan untuk menyiapkan data agar siap digunakan dalam proses analisis atau pemodelan. Pada tahap ini, data mentah yang masih belum terstruktur atau mengandung kesalahan akan diperbaiki dan diolah menjadi bentuk yang lebih bersih dan terorganisir. Proses *pre-processing* mencakup beberapa langkah seperti pembersihan data (*data*

cleaning), transformasi data, serta pengurangan data yang tidak diperlukan.

4) Modeling

Modeling merupakan tahap dalam proses pengolahan data yang bertujuan untuk membangun model atau sistem berdasarkan data yang telah dipreprocessing. Pada tahap ini, data digunakan untuk melatih algoritma sehingga dapat mengenali pola atau hubungan yang terdapat dalam data tersebut. Model yang dihasilkan nantinya dapat digunakan untuk melakukan prediksi, klasifikasi, atau analisis terhadap data baru. Proses modeling sangat penting karena menjadi inti dari penerapan machine learning. Kualitas model yang dihasilkan sangat bergantung pada data yang digunakan serta metode atau algoritma yang dipilih. Oleh karena itu, pemilihan model yang tepat akan sangat memengaruhi tingkat akurasi dan performa hasil yang diperoleh.

5) Evaluasi model (*Model evaluation*)

Proses evaluasi sangat penting karena menentukan kualitas dan keandalan model yang dihasilkan. Jika hasil evaluasi menunjukkan performa yang kurang baik, maka model perlu diperbaiki atau disesuaikan kembali. Oleh karena itu, evaluasi menjadi langkah akhir yang krusial untuk memastikan bahwa model dapat digunakan secara optimal dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi.

7. Website

Berdasarkan penelitian milik (Permata Sari, 2020) website merupakan kumpulan halaman yang berisi informasi dalam bentuk data digital seperti teks, gambar, audio, video, maupun kombinasi dari semuanya yang dapat diakses melalui jaringan internet. Setiap halaman dalam website saling terhubung dan dapat dibuka menggunakan web browser, sehingga memungkinkan pengguna dari berbagai lokasi untuk memperoleh informasi secara cepat dan mudah. Pendapat ini juga disampaikan oleh (Miftahuljannah & Suharso, 2023) jika

website pada umumnya dibedakan menjadi dua jenis, yaitu website dinamis dan website statis. Website dinamis memiliki konten yang dapat berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan atau interaksi pengguna. Sementara itu, website statis menampilkan isi yang tetap dan tidak mengalami perubahan meskipun diakses oleh pengguna yang berbeda.

1. Website statis

(Taryana & Kom, 2022) menyatakan website statis merupakan halaman web yang seluruh isi kontennya ditulis langsung pada halaman tersebut dan tidak terhubung dengan database. Jenis website ini umumnya memiliki performa yang lebih baik dibandingkan website dinamis, terutama dari segi kecepatan loading dan tingkat keamanan yang lebih tahan terhadap serangan. Hal ini membuat sebagian orang masih memilih menggunakan website statis. Selain itu, proses pengembangan website statis juga cenderung lebih mudah karena tidak membutuhkan fungsi yang kompleks seperti pada website dinamis. Namun, website statis juga memiliki kekurangan, yaitu ketika pemilik ingin memperbarui konten, maka harus mengubah langsung kode pada halaman tersebut, sehingga proses pembaruan menjadi kurang praktis.

2. Website dinamis

Website dinamis merupakan jenis website yang memiliki konten yang dapat berubah sesuai dengan kebutuhan pengguna maupun sistem. Perubahan tersebut terjadi karena website dirancang agar dapat berinteraksi dengan database, sehingga konten lebih fleksibel dan mudah diperbarui sesuai kebutuhan pengguna. (Fadira Az-zahra & Syafira Putri Yuliadi, 2025). Website dinamis umumnya digunakan dalam sistem informasi modern karena mampu menyediakan fitur interaktif, seperti pengelolaan data, login pengguna, serta pembaruan informasi secara berkala. Hal ini membuat website dinamis lebih fleksibel dan mampu menyesuaikan diri dengan perkembangan kebutuhan teknologi maupun pengguna.

F. Google Colab

Google Colab menyediakan akses ke GPU (*Graphics Processing Unit*) secara gratis yang dapat dimanfaatkan untuk mempercepat proses komputasi. Fasilitas ini sangat membantu dalam pelatihan model machine learning, terutama untuk model yang membutuhkan sumber daya komputasi tinggi seperti deep learning, sehingga proses training dapat dilakukan dengan lebih cepat dan efisien (Andarsyah & Yanuar, 2024).

G. FER2013

FER2013 (Facial Expression Recognition 2013) merupakan dataset publik yang digunakan dalam penelitian pengenalan ekspresi wajah dan diperkenalkan melalui kompetisi Facial Expression Recognition Challenge pada tahun 2013 di platform Kaggle. Dataset ini berisi ribuan citra wajah berukuran 48×48 piksel dalam format grayscale yang telah diberi label berdasarkan kategori emosi, seperti senang, sedih, marah, takut, jijik, terkejut, dan netral. FER2013 banyak dimanfaatkan dalam penelitian karena menyediakan data yang cukup beragam dan representatif, sehingga efektif digunakan untuk melatih dan menguji model machine learning maupun deep learning, khususnya Convolutional Neural Network (CNN) dalam tugas klasifikasi ekspresi wajah.

H. Streamlit

Dari penjelasan yang dikutip oleh (Tholib, 2023) streamlit merupakan framework berbasis Python yang digunakan untuk membangun aplikasi web dengan antarmuka interaktif, khususnya dalam proyek *data science* dan machine learning. Framework ini memungkinkan pengembang membuat aplikasi dan menampilkan data dengan mudah tanpa memerlukan keahlian khusus di bidang pengembangan web. Streamlit juga didukung oleh berbagai pustaka populer seperti NumPy, Pandas, dan Matplotlib, sehingga memudahkan dalam proses visualisasi data serta pembuatan komponen interaktif dalam aplikasi.

I. Python

Python merupakan salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi yang digunakan untuk membuat berbagai jenis aplikasi, melakukan analisis data, menjalankan perhitungan data statistik yang kompleks atau memakan waktu, membuat visualisasi data, mengimplementasikan algoritma machine learning, dan juga dapat digunakan untuk manipulasi data serta menyelesaikan berbagai tugas matematika lainnya. Bahasa ini dirancang dengan sintaks yang sederhana dan mudah dipahami sehingga banyak digunakan oleh pemula maupun profesional dalam dunia pemrograman (Surbakti et al., 2024)

Kemudahan dalam mempelajari Python menjadikannya sangat populer, terutama karena struktur penulisannya yang jelas dan tidak rumit. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memahami konsep pemrograman dengan lebih cepat tanpa harus menghadapi kompleksitas yang tinggi seperti pada bahasa pemrograman lainnya (Adawiyah Ritonga & Yahfizham Yahfizham, 2023). Dikutip oleh (Surbakti et al., 2024) jika Python juga bersifat fleksibel karena mendukung berbagai paradigma pemrograman, seperti pemrograman prosedural, berorientasi objek, dan fungsional. Dengan dukungan tersebut, Python dapat digunakan dalam berbagai kebutuhan pengembangan perangkat lunak sesuai dengan karakteristik permasalahan yang dihadapi.

Python juga memiliki banyak pustaka (library) yang mendukung pengolahan data dan komputasi, seperti NumPy dan Matplotlib. Library ini memungkinkan pengguna untuk melakukan perhitungan matematis, visualisasi data, serta analisis secara lebih efisien dan terstruktur (Surbakti et al., 2024). Dengan berbagai keunggulan tersebut, Python menjadi bahasa pemrograman yang sangat relevan di era digital saat ini. Kemudahan penggunaan, dukungan pustaka yang lengkap, serta komunitas yang luas menjadikan Python sebagai pilihan utama dalam pengembangan teknologi dan inovasi berbasis data

C. KEASLIAN PENELITIAN

IMPLEMENTASI CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK DETEKSI EMOSI WAJAH PADA ANAK SEKOLAH LUAR BIASA (SLB) DI KOTA MADIUN.

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
1.	Improved Facial Emotion Recognition Model Based on A Novel Deep Convolutional Structure	Reham A. Elsheikh et al., <i>Scientific Reports</i> , 2024	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model <i>deep learning</i> berbasis <i>Convolutional Neural Network</i> yang lebih optimal dalam mendeteksi emosi wajah dengan mengatasi permasalahan yang sering terjadi pada CNN. Pendekatan yang digunakan adalah pengembangan arsitektur baru yaitu <i>Anti-Aliased Deep Convolutional Network</i> (AA-DCN).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model AA-DCN mampu meningkatkan akurasi pengenalan emosi wajah secara signifikan hingga mencapai tingkat akurasi yang sangat tinggi pada beberapa dataset. Penggunaan teknik anti-aliasing terbukti mampu menjaga kualitas fitur citra sehingga proses klasifikasi	Penelitian ini masih berfokus pada aspek teknis pengembangan model dan belum membahas implementasi sistem dalam konteks pengguna nyata. Selain itu, penelitian tidak menyertakan fitur interaktif atau aspek edukatif yang	Penelitian ini berfokus pada pengembangan arsitektur CNN secara mendalam, khususnya dengan menambahkan komponen anti-aliasing seperti blur-pooling dan modifikasi layer CNN untuk meningkatkan kualitas ekstraksi fitur dan akurasi klasifikasi. Pendekatan yang

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian						
No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
				menjadi lebih akurat dan stabil.	dapat dimanfaatkan secara langsung oleh pengguna akhir.	digunakan berada pada level optimasi model (<i>model-level improvement</i>). Berbeda dengan penelitian yang diusulkan, penelitian ini tidak mengintegrasikan model ke dalam aplikasi maupun menyediakan fitur tambahan selain hasil klasifikasi. Dengan demikian, perbedaan utama terletak pada bahwa penelitian ini

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
						menitikberatkan pada peningkatan performa internal model CNN, sedangkan penelitian yang diusulkan lebih menitikberatkan pada implementasi sistem berbasis web dan penambahan fitur edukatif yang secara langsung digunakan oleh pengguna (<i>system-level implementation</i>).
2.	Image-based Facial Emotion Recognition using Convolutional	Erlangga Satrio Agung et al. Scientific Reports, 2024	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model CNN dalam mengenali emosi wajah	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN, khususnya dengan	Penelitian ini membutuhkan data dalam jumlah besar	Penelitian ini menekankan pada eksperimen model CNN

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
	Neural Network on Emognition Dataset		menggunakan dataset Emognition yang memiliki variasi emosi lebih banyak (10 kelas), serta membandingkan pendekatan transfer learning dan model yang dibangun dari awal.	pendekatan transfer learning (Inception-V3 dan MobileNet-V2), mampu menghasilkan performa yang baik dengan akurasi sekitar 96% serta mampu mengenali emosi yang lebih kompleks dibandingkan dataset konvensional.	serta proses preprocessing yang kompleks (video ke frame, cropping, augmentasi). Selain itu, penelitian lebih berfokus pada eksperimen model dan tidak membahas implementasi sistem pada pengguna akhir.	secara mendalam, termasuk penggunaan transfer learning (Inception-V3, MobileNet-V2), fine-tuning, dan preprocessing kompleks seperti konversi video ke frame dan augmentasi data. Fokus utamanya adalah peningkatan performa klasifikasi dan eksplorasi dataset dengan banyak kelas emosi. Berbeda dengan penelitian yang diusulkan,

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian						
No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
						penelitian ini tidak mengembangkan sistem aplikasi maupun fitur edukatif, serta tidak menargetkan pengguna spesifik seperti anak SLB. Penelitian yang diusulkan justru lebih sederhana dari sisi model, namun unggul pada integrasi sistem, kemudahan penggunaan, dan penambahan fitur edukasi berbasis

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
						hasil deteksi emosi.
3.	Facial Emotion Recognition through Artificial Intelligence	Jesus A. Ballesteros et al. Frontiers in Computer Science, 2024	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat lunak yang mampu mendeteksi emosi pengguna melalui teknik computer vision dengan memanfaatkan CNN dan algoritma pengolahan citra dalam konteks interaksi pengguna dengan sistem.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi emosi melalui pipeline yang terdiri dari face tracking, facial landmarks detection, dan emotion recognition. Sistem juga mampu berjalan secara real-time dengan dukungan arsitektur modular berbasis pipeline.	Penelitian ini masih membutuhkan pelatihan lebih lanjut dengan dataset yang lebih beragam serta penambahan algoritma untuk membedakan emosi yang memiliki kemiripan.	Penelitian ini mengembangkan sistem berbasis pipeline yang kompleks, meliputi beberapa tahapan seperti face tracking menggunakan MTCNN, deteksi landmark wajah, serta klasifikasi emosi menggunakan CNN berbasis ResNet. Sistem juga dilengkapi dengan GUI dan pemrosesan real-time berbasis

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian						
No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
						video. Dibandingkan dengan penelitian yang diusulkan, penelitian ini lebih menekankan pada kompleksitas arsitektur sistem dan pipeline teknis, sedangkan penelitian yang diusulkan lebih sederhana dari sisi sistem namun menambahkan fitur edukatif berupa saran serta difokuskan pada pengguna spesifik yaitu siswa SLB,

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
						sehingga lebih menonjol pada aspek pembelajaran dan kemudahan penggunaan.
4.	Facial Emotion Recognition (FER) through Custom Lightweight CNN Model: Performance Evaluation in Public Datasets	Mustafa Can Gursesli et al. IEEE Access, 2023	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model CNN ringan (CLCM) yang mampu mengenali emosi wajah dengan tetap mempertahankan performa yang baik namun dengan kebutuhan komputasi yang lebih rendah.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CLCM memiliki jumlah parameter lebih kecil dan waktu inferensi lebih cepat, namun tetap mampu menghasilkan performa yang kompetitif dibandingkan model lain seperti MobileNetV2 dan ShuffleNetV2.	Penelitian ini masih berfokus pada evaluasi performa model pada dataset dan belum membahas implementasi sistem secara langsung pada pengguna atau aplikasi tertentu.	Penelitian ini menekankan pada pengembangan model CNN ringan berbasis MobileNetV2 dengan pendekatan transfer learning, fine-tuning, serta optimasi parameter untuk mengurangi kompleksitas komputasi dan mempercepat

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian						
No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
						inference time. Fokus utama penelitian adalah efisiensi model dan performa pada berbagai dataset. Berbeda dengan penelitian yang diusulkan, penelitian ini tidak mengintegrasikan model ke dalam aplikasi berbasis web, tidak menyediakan fitur interaktif, dan tidak memiliki komponen edukatif seperti pemberian saran kepada

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
						pengguna, sehingga penelitian yang diusulkan lebih menonjol pada aspek implementasi sistem dan manfaat praktis bagi pengguna.
5.	Deep Learning untuk Mendeteksi Emosional Wajah Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) dengan TensorFlow	Tiara Syaufina et al. JIKI, 2024	Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan CNN menggunakan TensorFlow dalam mendeteksi emosi wajah berdasarkan dataset FER-2013.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa CNN mampu mengenali emosi wajah dengan akurasi sekitar 68% menggunakan parameter tertentu seperti epoch 50 dan batch size 64.	Penelitian ini masih memiliki keterbatasan pada akurasi yang relatif sedang serta bergantung pada kualitas dataset dan parameter pelatihan.	Penelitian ini menggunakan CNN standar dengan framework TensorFlow dan berfokus pada proses training dan evaluasi menggunakan parameter seperti epoch dan batch size serta

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian						
No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
						pengukuran akurasi, precision, dan recall. Fokusnya pada implementasi model klasifikasi. Berbeda dengan penelitian yang diusulkan, penelitian ini tidak mengembangkan sistem berbasis web, tidak menyediakan fitur interaktif, dan tidak memiliki output edukatif berupa saran kepada pengguna, sehingga

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
						penelitian yang diusulkan lebih menonjol pada aspek implementasi sistem dan manfaat praktis.
6.	Implementasi Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Deteksi Emosi Wajah Secara Real-Time Berbasis Web	Muhammad Akbar Rahmadana et al. Jurnal Sains Komputer dan Teknologi Informasi, 2025	Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan CNN untuk klasifikasi emosi wajah secara real-time berbasis web dengan memanfaatkan dataset FER2013 dan integrasi teknologi seperti OpenCV dan TensorFlow.js.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu berjalan secara real-time dengan rata-rata akurasi 65,4% serta mendapatkan respon pengguna sangat baik dengan nilai 85,2%.	Sistem masih memiliki keterbatasan pada variasi data dan performa yang tidak merata pada semua jenis emosi serta dipengaruhi kondisi pencahayaan.	Penelitian ini memiliki kemiripan pada implementasi sistem berbasis web dan real-time, namun menggunakan pendekatan teknis yang lebih kompleks seperti pemrosesan client-side dengan TensorFlow.js, integrasi

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian						
No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
						OpenCV, serta pipeline preprocessing yang mencakup deteksi wajah dan normalisasi frame video. Selain itu, penelitian ini berfokus pada monitoring pembelajaran dengan evaluasi pengguna menggunakan skala Likert. Berbeda dengan penelitian yang diusulkan, penelitian ini tidak menyediakan fitur edukatif

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
						berupa saran hasil deteksi serta tidak secara spesifik menargetkan pengguna berkebutuhan khusus seperti siswa SLB, sehingga penelitian yang diusulkan memiliki keunggulan pada aspek edukasi dan segmentasi pengguna.
7	Pengenalan Emosi Wajah pada Anak Menggunakan Convolutional Neural Network	Bintang Prakoso et al. Prosiding SENATIKA, 2025	Mengembangkan sistem deteksi emosi anak menggunakan CNN dan OpenCV untuk membantu pemantauan kondisi	Sistem mampu mengklasifikasikan emosi anak dengan akurasi hingga sekitar 93% serta menghasilkan laporan berbasis	Sistem masih memiliki keterbatasan seperti ukuran sampel kecil, potensi overfitting, serta	Penelitian ini memiliki kemiripan pada target pengguna yaitu anak-anak serta implementasi

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
			emosional di lingkungan pendidikan.	web yang dapat diakses oleh guru.	belum optimal dalam kondisi tertentu seperti jarak wajah dan variasi ekspresi.	berbasis web dengan output laporan klasifikasi emosi. Namun, penelitian ini berfokus pada monitoring dan pelaporan data emosi (<i>report-based output</i>) serta optimasi akurasi melalui parameter training seperti epoch dan batch size. Berbeda dengan penelitian yang diusulkan yang tidak hanya menghasilkan klasifikasi, tetapi juga

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
						menambahkan fitur berupa saran hasil deteksi emosi, sehingga lebih menonjol pada aspek pembelajaran dan interaksi pengguna dibandingkan sekadar monitoring.
8	Penerapan Metode CNN untuk Mengklasifikasikan Jenis Cacat pada Kulit Hewan	Eka Legya Frannita, Terapan Informatika Nusantara, 2024	Mengembangkan arsitektur CNN untuk mengklasifikasikan jenis cacat pada kulit hewan guna meningkatkan efisiensi inspeksi kualitas kulit yang sebelumnya dilakukan secara manual	CNN mampu mengklasifikasikan 6 jenis cacat kulit dengan akurasi training 90,43% dan testing 88,47%, sehingga terbukti efektif dalam menggantikan proses manual	Penelitian hanya berfokus pada aspek klasifikasi citra dan performa model, tanpa implementasi sistem berbasis pengguna atau antarmuka aplikasi	Penelitian ini memiliki kesamaan pada penggunaan CNN untuk klasifikasi citra, namun berbeda pada objek (emosi wajah manusia) dan tujuan. Penelitian

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
						ini tidak hanya berfokus pada akurasi model, tetapi juga mengembangkan sistem berbasis web yang interaktif dan edukatif untuk membantu siswa SLB mengenali emosi
9	Pembangunan Aplikasi Penerjemah Bahasa Isyarat dengan Metode CNN Berbasis Android	Reza Haris Alfikri, Jurnal Teknoinfo, 2022	Mengembangkan aplikasi penerjemah bahasa isyarat berbasis Android menggunakan CNN agar masyarakat dapat berkomunikasi dengan penyandang tunawicara	Model CNN mampu mengenali bahasa isyarat dengan akurasi tinggi saat training (hingga 97%), namun mengalami penurunan akurasi menjadi 73% setelah	Terjadi penurunan performa saat deployment, serta masih terdapat kesalahan prediksi pada beberapa gesture, menunjukkan	Penelitian ini sama-sama mengintegrasikan CNN ke dalam aplikasi, namun berbeda pada platform (web vs Android) dan tujuan. Penelitian ini lebih menekankan

Tabel 2. 1 Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian						
No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
				diimplementasikan ke aplikasi	sistem belum stabil pada kondisi nyata	pada aspek edukasi bagi siswa SLB serta menambahkan fitur rekomendasi sederhana, tidak hanya sekadar deteksi